

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Промышленная электроника»
(наименование)

11.03.04 Электроника и микроэлектроника
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Электроника и робототехника
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка контроллера откатных ворот

Обучающийся

Ю.А. Шадрин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, А. В. Прядилов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Аннотация

Объем 55 страниц, 27 рисунков, 9 таблиц, 25 источников.
РАЗРАБОТКА КОНТРОЛЛЕРА ОТКАТНЫХ ВОРОТ.

Объектом исследования является контроллер, управляющий различными режимами работы откатных ворот.

Цель работы: разработка контроллера ворот способного заменить основные функции и режимы работы промышленных контроллеров на стандартных приводах AN-MOTORS серии ASL.

Задачи работы:

- обзор существующих моделей контроллеров,
- разработка структурной схемы,
- выбор оборудования для контроллера,
- разработка электрической принципиальной схемы,
- компоновка и подключение устройств,
- тестирование контроллера в холодильной камере,
- испытание контроллера на действующем приводе откатных ворот.

Данные задачи решены в 5 главах работы.

Степень внедрения: устройство готово к тестированию в реальных условиях для выявления недостатков в работе.

Данный контролёр откатных ворот выполняет основные функции по управлению воротами, как с радиопульта, так и с других внешних устройств с «сухим» выходом контактов. Контроллер не требует никаких настроек кроме программирования пультов управления с радио модулем и выставлением токов ограничения для защиты двигателя от перегорания с помощью наружных потенциометров.

Стоимость устройства дешевле стоимости промышленного контроллера, а ремонтпригодность выше, т.к. всё оборудование имеет модульный принцип построения.

Содержание

Содержание.....	3
Введение.....	4
1. Состояние вопроса.....	5
1.1.Формулирование цели и задач проекта	5
1.2. Анализ исходных данных и существующих решений.....	6
1.3. Основные функции в программировании контроллера.....	14
2. Разработка электрической принципиальной схемы	16
2.1Реле импульсное на два выхода BIS-419.....	18
2.2. Реле электромагнитное РК-1Р-12.....	21
2.3.Блок питания FARADAY 12W/12V/DIN.....	23
2.4. Разработка системы управления.....	25
2.5.Разработка силовой части схемы.....	31
2.6.Сборка и испытание контроллера	35
3. Логика работы контроллера выдвижных ворот	41
4. Ремонт контроллера	44
5. Тестирование контроллера в холодильной камере.	48
Заключение	50
Список используемой литературы	53

Введение

В современном мире, автоматика для открывания и закрывания ворот, дверей, шлагбаумов на сегодняшний день широко используется на производстве, в торговых центрах, жилых территориях и частных хозяйствах. Удобство и простота допуска на различные объекты рождает высокий спрос и конкуренцию в производстве данных устройств. Применение различных видов устройств допуска (ворот, дверей, шлагбаумов и т.д.) которые отличаются размерами, конструкцией, весом расширяют номенклатуру автоматики.

Автоматика ворот претерпела значительные изменения за время эксплуатации. Неоспоримыми лидерами на рынке являются такие гиганты как итальянская фирма Nice и Came - мировые производители автоматики для ворот, шлагбаумов и других систем контроля доступа. В последнее время их потеснили китайские производители FURNITEN, российский бренд DOORHAN.

Контроллеры управления воротами собраны на достаточно сложной элементной базе, микроконтроллерах в том числе и «Arduino». Это связано с тем, что в воротах используется множество датчиков, функций и режимов работы. Сам контроллер стоит не дешево и его поломка не только на некоторое время выводит ворота из строя, но и может привести к затратам на покупку нового контроллера. Наличие единой конструктивной платы не позволяет осуществить ремонт на месте, т.к. выходят из строя радиоэлементы обнаружить и заменить которые, возможно только в специальных мастерских. Программное обеспечение хоть и понятное, но данные настройки может запрограммировать человек с базовыми познаниями в электротехнике и в программировании контроллеров.

1. Состояние вопроса

Актуальность данной работы заключается в повсеместном применении автоматики ворот. По прогнозам, к 2025 году объём рынка автоматических ворот в России составит 20 миллиардов рублей, а в натуральном выражении реализация автоматических ворот достигнет 200 тысяч единиц.

Заводские платы имеют множество настроек для их универсальности, но покупая плату для частного использования, сталкиваешься с тем, что в реалии нужно две три функции из предлагаемых десяти пятнадцати. Получается, что за остальные функции покупатель платит, но не использует. В интернете приведено много примеров по замене заводских блоков управления на «кустарные», но все они, как правило, собраны на контроллерах типа «Ардуино» или схемах с радио элементной базой. Ещё одним недостатком является то, что ворота расположены на улице, датчики и внешние устройства тоже подключаются или встроены в блок редуктора. Если на улице идёт дождь или снег, то ремонт данных устройств может привести к ещё большим последствиям при попадании на плату воды.

В больших предприятиях, на балансе которых находится не один десяток устройств, вызов сервисного инженера является оправданным, но если это дачные или гаражные ворота, да ещё за пределами города, то выход из строя данных устройств, превращается в проблему.

1.1. Формулирование цели и задач проекта

Целью данной работы собрать контроллер на устройствах, которые можно было бы заменить по отдельности, повысить ремонтпригодность, упростить программирование и ремонт, сохранить основные функции автоматики для конкретных условий эксплуатации. Повысить надёжность в работе уменьшив стоимость контроллера. Хочется отметить, что сталкиваясь с автоматиками Came, Nice, AN Motors прослужив несколько

лет, из 5ти плат приходилось в ремонт сдавать две. Возможно из-за скачков напряжения, влаги (платы слабо защищены от конденсата лаковым покрытием) их приходилось менять. Складывается впечатление, что производители сами зачастую сокращают срок службы оборудования для получения дополнительной прибыли, как самой компанией, так и сервисными центрами занимающимися ремонтом и обслуживанием данных устройств. Сервисные инженеры хорошо зарабатывают именно на замене плат, т.к. скидки при их массовой закупки могут составлять несколько десятков процентов от их стоимости в розницу.

1.2. Анализ исходных данных и существующих решений

В продаже имеется большой выбор контроллеров для управления автоматическими воротами. Наиболее распространенные это - AN-MOTORS, DoorHan, CAME. Все эти фирмы выпускают похожие платы, практически с одинаковыми характеристиками и функциями управления и программирования. Платы, как правило, универсальные и могут быть использованы как для управления воротами различных типов, так и шлагбаумами. Все эти платы построены на микроконтроллерах и имеют часто избыточные функции, больше половины которых не используются. Для анализа принципа работы данных плат не будем описывать их все, достаточно подробно рассмотреть возможности одной платы и на её основе разработать свой контроллер с характеристиками отвечающими условиям эксплуатации и основным требованиям заказчика.

Для анализа разберём принцип работы привода ASL с контроллером MCSL-1.1 фирмы AN-MOTORS.

Внешний вид платы MCSL-1.1 представлен на рисунке 1.

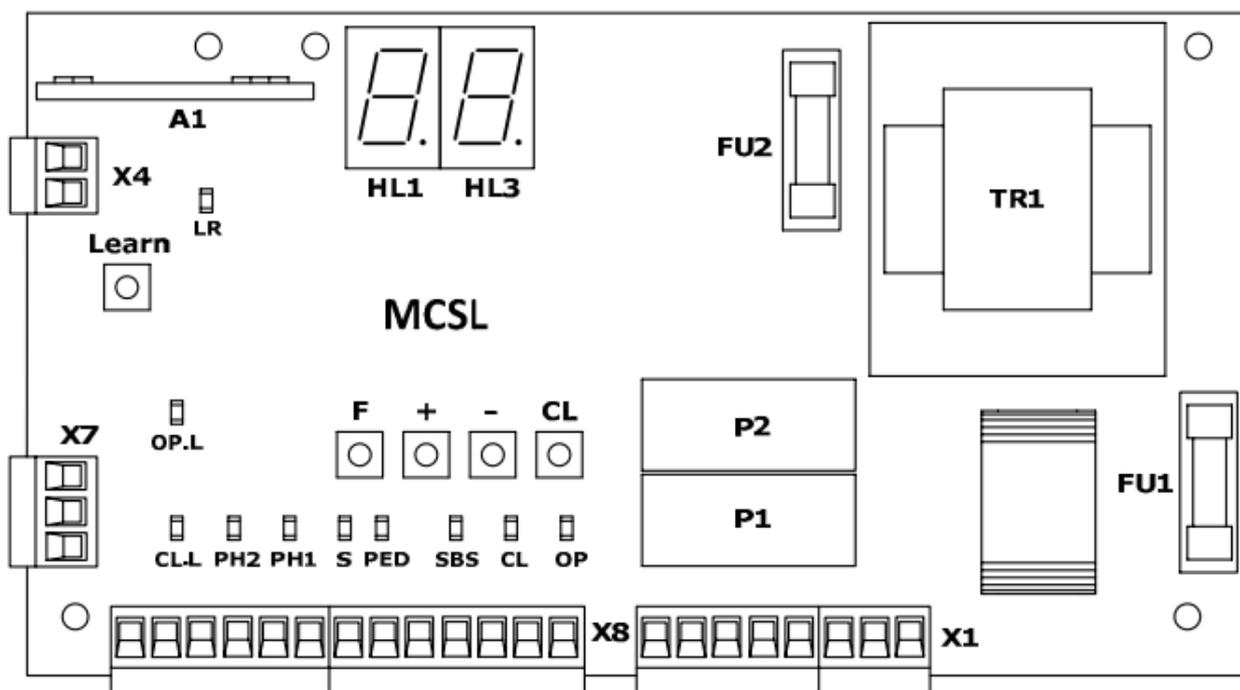


Рисунок 1 – Контроллер MCSL-1.1

«MCSL-1.1 - это плата управления для автоматических приводов AN-MOTORS серии ASL, поддерживающая работу в широком диапазоне входного напряжения и имеющая четыре режима работы. Контроллер оборудован дисплеем для индикации работы автоматики и двумя предохранителями высоковольтной и низковольтной части (F 6,3 А и F 0,8 А). Плата позволяет управлять как основными, так и дополнительными функциями воротной автоматики (регулировка скорости и усилия, режим "калитки" - частичного открытия для прохода пешехода, обнаружение препятствий, плавный старт и остановка, фото тест - движение только после проверки устройств безопасности). На плате управления расположена радио плата, работающая на частоте 433,92 МГц и позволяющая хранить в памяти до 20 пультов передатчиков AN-MOTORS AT-4.

Блок управления оборудован интегрированным источником низковольтного напряжения для питания внешних устройств (например фотоэлементов или универсального радиоприемника) и имеет входы

для подключения устройств безопасности (две пары фотоэлементов, сигнальная лампа).

На блоке управления реализованы функции: пешеходный проход регулируемой ширины, четыре режима работы (в том числе с авто закрытием), настройка рабочего усилия, отключаемая функция рывка в начале маневра, время работы, замедление, торможение, предварительное включение сигнальной лампы. Для визуализации команд управления и программирования на плату управления установлен дисплей.

Емкость встроенного радиоприемника - 20 пультов (бегущий код). Электродвигатель привода оснащен защитным датчиком температуры для аварийного отключения в случае перегрева обмотки.» [3]

Плата MCSL-1.1 позволяет подключить, как напрямую, так и через промежуточное реле, следующее дополнительное оборудование и аксессуары:

- сигнальную лампу AN-MOTORS F5000 или AN-MOTORS F5002;
- внешний радиоприемник AN-MOTORS AR-1-1500;
- фотоэлементы безопасности AN-MOTORS P5103;
- кодовую панель AN-MOTORS DIP;
- универсальный обогреватель AN-MOTORS AH90;
- модуль открытия ворот с телефона PAL-ES.

Основные коммутационные колодки платы контроллера:

- X1 колодка подключения сети, электродвигателя и проблесковой лампы;
- X4 колодка подключения антенны радиуправления;
- X7 колодка подключения выключателей конечных положений;
- X8 колодка подключения управляющих устройств, устройств безопасности, питание дополнительных устройств (аксессуары).

Для анализа технических характеристик контроллеров управления воротами рассмотрим характеристики приводов ASL (ASL500/1000/2000). Технические характеристики на привод, представлены в таблице № 1.

Таблица 1 – Технические характеристики привода ASL (ASL500/1000/2000)

Наименование параметра	Значение		
	ASL500	ASL1000	ASL2000
Напряжение питания	230В(±10%)		
Частота сети	50Гц		
Потребляемая мощность	250Вт	500Вт	1000Вт
Потребляемая мощность в режиме ожидания (не более)	4Вт		
Максимальный крутящий момент	20Н·м	27Н·м	45Н·м
Максимальное тяговое усилие	500Н	700Н	1100Н
Максимальный вес створки ворот	500кг	1000кг	2000кг
Скорость движения створки ворот	12м/мин		
Модуль шестерни	4мм (19зубьев)		
Интенсивность использования	25%		50%
Максимальное непрерывное время работы	6мин		20мин
Термозащита	125°С		135°С
Конденсатор	12мкФ	20мкФ	35мкФ
Класс защиты	I(требуется заземление)		
Степень защиты оболочки	IP44		
Диапазон рабочих температур	-20°С...+65°С		
Габаритные размеры привода(не более)	275мм×215мм×330мм		
Вес привода (не более)	10кг	12,2кг	17кг

Что бы устройство было универсальным для всех приводов ворот в дальнейшем будем рассматривать параметры самого мощного привода ASL2000. Самый важный параметр – это мощность привода, т.к. коммутация нагрузки в виде тягового усилия двигателя для ворот должны выдерживать большие токи. В холодное время суток – это ещё более значимая

характеристика, т.к. замёрзшие вал, зубцы двигателя потребуют пусковых токов в несколько раз превышающих их номинальные значения. Для привода ASL2000 потребляемая мощность в таблице 1000Вт. Пусковой ток, как правило, составляет доли секунд, поэтому при выборе устройств защиты двигателя в дальнейшем будем это учитывать.

Максимальный крутящий момент в таблице составляет 45Нм. Из курса физики знаем, что 1 ньютон - это сила, придающая телу массой 1 кг ускорение, равное 1 метру за секунду в квадрате

$$1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2.$$

Это важная характеристика, хотя и не для всех понятная. Другими словами если взять вороток длиной 1 метр и приложить усилие в 4.5 кг., то это и будет его усилием при движении ворот.

Максимальное тяговое усилие 1100Н. Переведём Ньютоны в килограммы:

$$1100 \times 9.80665 = 112.169 \text{ кг.}$$

Тяговое усилие состоит в том, что максимальная сила которую может приложить двигатель примерно 112 кг. для движения ворот.

Скорость движения створки ворот 12м/мин. Во многих контроллерах применена схема изменения скорости движения в конечный момент закрытия и открытия ворот. Данная функция позволяет остановить ворота мгновенно, есть определённая вероятность, что при входе в пазы при закрывании они по инерции могут разбивать посадочные направляющие, такая же ситуация и при опускании шлагбаумов. На воротах эта функция нужна меньше чем на шлагбаумах, т.к. инерции почти нет.

Термозащита 135 градусов по Цельсию означает, что сам двигатель уже имеет предохранительный элемент, который в случаи перегрева двигателя отключит его от питания, предотвратив замыкания обмотки. Данная термозащита бывает нескольких типов: перегорающая или самовосстанавливающаяся. Всё зависит от типов используемых предохранителей. Для дополнительной защиты двигателя и всего

оборудования в дальнейшем предусмотрим токовую защиту в виде автомата с релейным выходом.

Конденсатор 35 мкФ используется для пуска двигателя, он в первый момент тягового усилия придаст дополнительный импульс двигателю.

В плату контроллера MCSL-1.1 вмонтирован радио модуль. Технические характеристики радио модуля представлены в таблице № 2.

Таблица 2 – Технические характеристики модуля радио управления блока управления ворот MCSL-1.1

Наименование параметра	Значение
Код	Динамический
Рабочая частота	433,92 МГц
Мощность излучения (не более)	2 мВт
Цикл передачи (не более)	10 %
Дальность действия (не менее)	50 м
Источник питания пульта	батарейка 12В/тип 27А
Количество программируемых пультов	20 шт.
Степень защиты оболочки пульта	IP40
Габаритные размеры пульта (не более)	55мм×38мм×12мм

Для анализа работы проектируемого контроллера приведём возможности программирования контроллера MCSL-1.1 представлены в таблице № 3.

Таблица 3 – Настройка параметров работы контроллера MCSL-1.1

Индикация	Описание настройки
	<p>! - ручной. Открытие и закрытие ворот осуществляется только при нажатии и удержании устройств управления подключенных к входам «OP» и «CL» (рисунок 1) соответственно. Команды от устройств управления, подключенных к входам «SBS» и «PED», а также от пультов радиоуправления игнорируются.</p>
	<p>- полуавтоматический. Управление движением ворот</p>

Продолжение таблицы 3

Индикация	Описание настройки
	<p>- осуществляется при кратковременном нажатии на любое подключенное устройство управления согласно его назначению, а также от пультов радиуправления.</p> <p> - автоматический. Отличием от «полуавтоматического режима» является наличие автоматического закрытия после полного открытия ворот. Автоматическое закрытие происходит по истечении установленной в настройках времени паузы (см. настройку «Время паузы»).</p> <p> - автоматический (всегда закрыто). Отличается от «автоматического режима» тем, что если в случае восстановления питания после его временного исчезновения обнаруживается, что ворота не закрыты, то после предварительного мигания проблесковой лампы в течение 3 секунд активизируется операция закрытия ворот</p>
	<p>Проблесковая лампа Настраивается режим работы подключенной проблесковой лампы:</p> <p> - без предварительного мигания. Лампа включается одновременно с началом движения ворот и продолжает гореть до их остановки. Заводская настройка.</p> <p> - с предварительным миганием. Лампа включается за 3 секунды до начала движения ворот и продолжает гореть до их остановки.</p>
	<p>Фото тест. При включенной настройке выполняется проверка работоспособности подключенных к выходу «РН.Т» модуля управления привода (рисунок 7) устройств безопасности (фотоэлементы):</p> <p> - выключено. Заводская настройка.</p> <p> - включено для фотоэлементов на закрытие и открытие. Осуществляется проверка фотоэлементов на закрытие и на открытие (подключенных к входам «РН1» и «РН2» соответственно).</p> <p> - включено для фотоэлементов на закрытие. Осуществляется проверка фотоэлементов только на закрытие (подключенных к входу«РН1»).</p> <p> - включено для фотоэлементов на открытие. Осуществляется проверка фотоэлементов только на открытие (подключенных к входу«РН2»).</p>
	<p>Максимальное усилие в начале движения. При включенной настройке в начальный момент движения ворот увеличивается время движения.</p> <p> - выключено. Заводская настройка.</p> <p> - включено</p>

Продолжение таблицы 3

Индикация	Описание настройки
	<p>Усилие. Настраивается усилие электродвигателя при движении ворот с максимальной скоростью. Шаг настройки 1 единица усилия:</p> <p> - минимальное усилие  - максимальное усилие. Заводская настройка.</p>
	<p>Время максимальной скорости Настраивается время движения ворот на максимальной скорости:</p> <p> - 2 с  - 3 с. Заводская настройка  - 4 с  - 99 с</p>
	<p>Время замедления Настраивается время движения ворот на замедленной скорости:</p> <p> - 0 с. Заводская настройка.  - 1 с  - 2 с  - 10 с</p>
	<p>Время торможения. Настраивается время обратного включения электродвигателя после срабатывания конечного выключателя:</p> <p> - 0с. Заводская настройка.  - 0,05 с  - 0,15 с  - 0,25 с</p>
	<p>Время паузы. Настраивается время паузы.</p> <p> - 5с. Заводская настройка.  - 15 с.  - 120 с.</p>
	<p>Время частичного открытия. Настраивается время частичного открытия ворот из полностью закрытого положения. После команды частичного открытия ворота движутся на максимальной скорости в течение установленного в настройках времени частичного открытия.</p>

1.3. Основные функции в программировании контроллера

Из четырёх представленных режимах работы обычно используется полуавтоматический, позволяющий открывать ворота, как с пульта дистанционного управления, так и с кнопки или любого другого устройства управления подключенного к контактам этой кнопки. Все остальные режимы применимы в очень редких случаях. Рассмотрим примеры таких настроек:

- режим «проблесковая лампа». Используется в основном на промышленных объектах и объектах с интенсивным движением для дополнительной сигнализации движения ворот, особенно в тёмное время суток. В данном случае можно реализовать т.к. питание на двигатель может быть использовано и для индикации лампы, но т.к. питание на двигатель подаётся непрерывно, то устройство мигания лампы возможно реализовать отдельным устройством или выполнить параллельно контактам лампы на 220 В и лампа будет гореть до тех пор пока работает двигатель;
- «фото тест». Предполагает четыре режима работы, но чаще всего нужен только один по предотвращению движения ворот в момент их закрытия;
- «максимальное усилие в начале движения». Реализуется регулировкой тока потребления. В проектируемом контроллере, выставлением токовой отсечки реализуем с помощью токового реле;
- «усилие». Предполагается специальное устройство для регулировки тока потребления двигателем, исключая его перегревание;
- «время максимальной скорости, торможения, замедления, паузы». В данной разработке учитывать не будем, т.к. это несущественная настройка, но требующая специальных устройств, для регулировки оборотов двигателя, усложнения схемы работы и денежных затрат;

- «время частичного открытия». Предполагается осуществлять с помощью дистанционного пульта управления или кнопки управления в ручном режиме.

В результате анализа можно сделать вывод, что из всех характеристик и требований на привод и радио модуль можно выделить наиболее значимые для конструирования контроллера ворот:

- возможность коммутации нагрузки (двигателя) не менее 2000 Вт;
- управление с помощью радиопульта, кнопки управления, других устройств имеющих релейный выход;
- возможность подключения концевых датчиков, фотодатчиков наличия препятствий в створе ворот, тревожной лампы;
- использование дополнительной токовой защиты двигателя от перегрева и замыканий;
- иметь возможность подключения кодовых панелей;
- состоять из простых ремонтпригодных или взаимозаменяемых устройств;
- иметь стоимость меньшую, чем промышленные контроллеры;
- иметь простую и понятную настройку;
- наличие легкосъёмных креплений реле;
- широкий диапазон используемых температур;
- иметь простые инструкции по монтажу, настройке и ремонту устройства;
- продукция выпускаемая и продаваемая желательно в России и странах СНГ.

В первом разделе мы рассмотрели технические характеристики контроллеров используемых в работе откатных ворот выпускаемых различными фирмами. Обозначили задачи на проектирование и описали требования к работе контроллера.

2. Разработка электрической принципиальной схемы

Для управления воротами потребуются следующие устройства:

- радиореле,
- силовые реле,
- импульсные реле,
- токовые реле,
- блок питания 12 В.

Структурная схема контроллера представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Структурная схема контроллера

Описание структурных элементов схемы:

- реле тока должно защищать контроллер и двигатель от перегрева и выхода из строя. Оно должно иметь регулируемые значения тока и времени, выключения фазы от нагрузки для охлаждения обмотки и автоматическое включение после охлаждения обмотки двигателя;
- радиореле управляет радио кнопкой, обеспечивая импульс путём замыкания контактов;
- импульсное реле на два выхода обеспечивает приём сигнала от радио реле, стационарной кнопки управления или сигнала с кодовой панели;
- импульсное реле должно обеспечивать открытие, закрытие, остановку ворот;
- фотоэлементы, концевые выключатели предназначены для отключения ворот при их закрытии, открытии;
- реле электромагнитное предназначено для передачи тока на двигатель и подключению фотоэлементов, концевых выключателей обеспечивающих размыкание цепи двигателя при поступлении управляющих сигналов;
- двигатель с редуктором предназначен для придания тяговой силы воротам при их открытии или закрытии. В работе не рассматривается, используется уже смонтированный на данных типах ворот;
- блок питания 12 В предназначен для питания радиореле, фотоэлементов.

2.1. Реле импульсное на два выхода BIS-419

«Реле BIS-419 предназначено для управления двумя нагрузками по одному управляющему входу, включение/выключение освещения, электроустановок.

Включение, либо выключение нагрузки осуществляется подачей электрического импульса на вход управления реле через контакт нулевого или фазового провода.

Реле работает в одном из 4-х режимов - А, В, С, D, определяющих последовательность управления нагрузкой. Выбор режима работы осуществляется установкой переключателя на корпусе реле в соответствующее положение.» [4]

Внешняя панель реле представлена на рисунке 3.

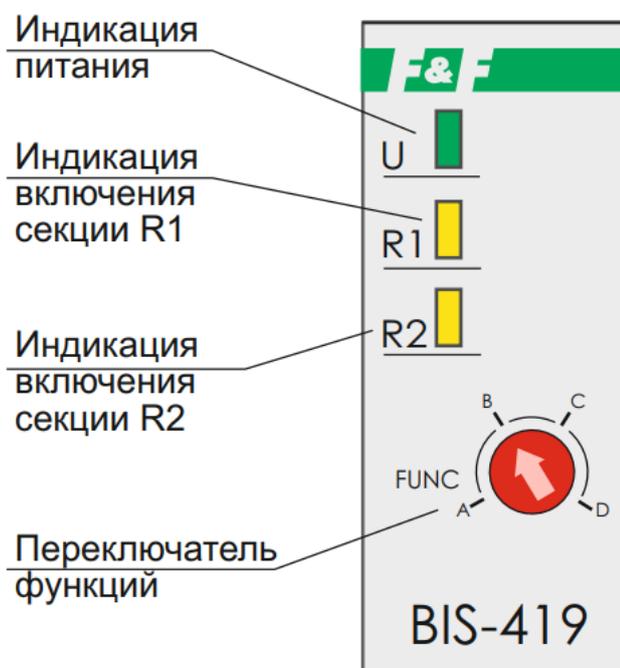


Рисунок 3 – Реле BIS-419

Технические характеристики импульсного реле BIS-419 представлены в таблице № 4

Таблица 4 – Технические характеристики реле BIS-419

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В (переменное)	165...265
Максимальный ток контакторов, А	16
Максимальная мощность нагрузки, кВт	0,45
Максимальный ток катушки контактора, А	3
Тип контактов реле (NO/NC нормально открытый/закрытый)	2NO/NC
Напряжение управления, В	185...265
Ток управления, мА	меньше 5
Память состояния контактов	нет
Индикация включения питания	зеленый светодиод
Индикация включения нагрузки	желтый светодиод
Потребляемая мощность, Вт	1
Диапазон рабочих температур, С	-25...+50
Степень защиты	IP20
Коммутационная износостойкость, цикл	$>10^5$
Степень загрязнения среды	2
Категория перенапряжения	III
Подключение	винтовые зажимы 2,5 мм ²
Момент затяжки винтового соединения, Нм	0,4
Тип корпуса	1S
Габариты (ШхВхГ), мм	18x90x65
Масса, кг	0,079
Монтаж на DIN- рейке, мм	35

Для работы двигателя ворот требуется включение только одной нагрузки, при движении вперед, остановка и назад. Особенностью функции режима «С» является возможность включения либо нагрузки Rn1, либо

нагрузки R_{n2}, или выключение всех нагрузок. Одновременное включение двух нагрузок исключено. Первое нажатие: нагрузка R_{n1} включена, нагрузка R_{n2} выключена. Второе нажатие: нагрузка R_{n1} выключена, нагрузка R_{n2} включена. Третье нажатие: выключены обе нагрузки R_{n1} и R_{n2}. Цикл работы реле завершен, последующее нажатие включит реле как при первом нажатии. Временная характеристика представлена на рисунке 4.

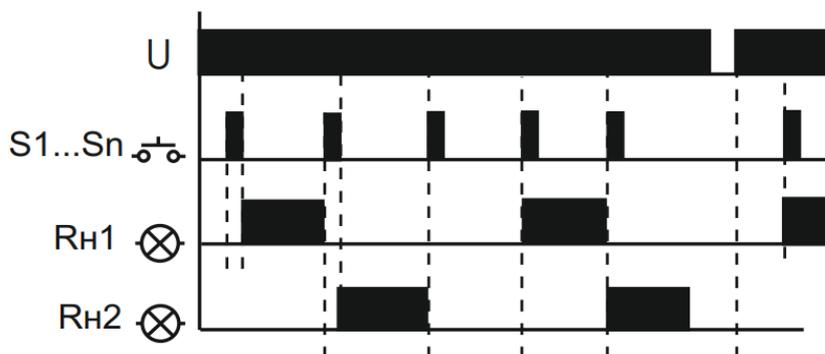


Рисунок 4 – Временная характеристика импульсного реле BIS-419 (режим «С»)

Управление данного импульсного реле происходит или от импульса фазового провода (L) 220В, или сигнала от нейтрале (N). Для большей безопасности контроллера будем использовать управление по проводу нейтрале, как показано на рисунке 5.

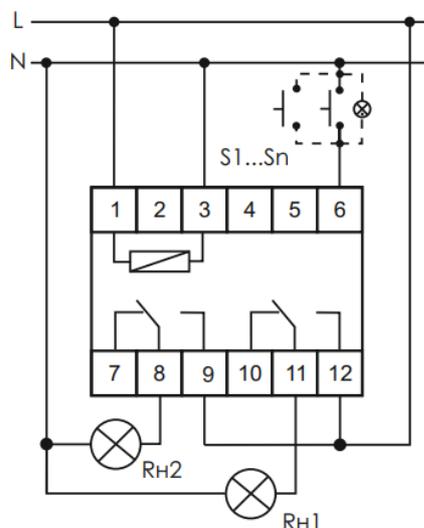


Рисунок 5 – Схема соединений импульсного реле BIS-419 с управлением от провода нейтрале.

При поступлении на контакт № 6 кратковременного импульса от нейтрали, имеется возможность циклической работы выходных реле (режим «С») позволяющий подавать напряжение на двигатель в прямом или обратном направлении посредством электромагнитных реле, а так же выключать обе нагрузки. Одновременная подача сигнала на две нагрузки исключена. При пропадании и восстановлении питания на реле обе нагрузки будут в выключенном состоянии, что исключает самопроизвольное включение двигателя и движения ворот.

2.2. Реле электромагнитное РК-1Р-12

Для управления остановки двигателя будем использовать реле типа РК-1Р-12. Реле предназначено для гальванической развязки между силовыми цепями и цепями управления, дистанционного включения нагрузки путем подачи управляющего напряжения на обмотку реле, а также использования в качестве промежуточного. Реле представлено на рисунке 6.



Рисунок 6 – Реле РК-1Р-12

Технические характеристики реле РК-1Р-12 представлены в таблице № 5

Таблица 5 – Технические характеристики реле РК-1Р-12

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В (постоянное)	12
Максимальный коммутируемый ток, А	16
Максимальное коммутируемое напряжение, В	250
Максимальная мощность нагрузки, кВт	0,45
Контакт	1NO/NC (1 переключающий)
Напряжение изоляции, В	400
Напряжение пробоя изоляции, кВ	контакт-катушка 2,5
Напряжение пробоя между контактами, кВ	1,2
Тип присоединенного автоматического выключения защищающего коммутируемую цепь	B16 (16А)
Индикация включения питания	зеленый светодиод
Время включения, мс	40
Время выключения, мс	20
Диапазон рабочих температур, С	- 25...+ 50
Степень защиты	IP20
Степень загрязнения среды	3
Категория перенапряжения	III
Коммутационная износостойкость, циклов	>10 ⁵
Ток потребления, мА	25...50
Габариты (ШхВхГ), мм	18 x 90 x 65
Подключение	винтовые зажимы 2,5 мм ²
Тип корпуса	1S
Масса, г	65
Монтаж	на DIN-рейке 35 мм

Выбор данного реле обусловлен тем, что управление происходит от 12 В, что безопасно для подключения концевого переключателя, фотореле, а так же 12 В используется для питания радио реле, отпадает необходимость

в использовании дополнительных источников питания. Схема подключения реле представлена на рисунке 7.

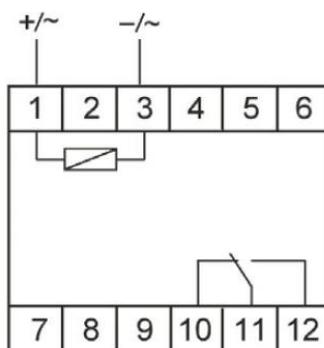


Рисунок 7 – Схема соединений импульсного реле РК-1Р-12 с управлением от 12 В постоянного или переменного тока.

2.3. Блок питания FARADAY 12W/12V/DIN

FARADAY 12W/12V/DIN предназначен для питания радиореле, фотодатчика, а так же подачи управляющих сигналов 12В на контакты электромагнитных реле РК-1Р-12. Внешний вид блока питания показан на рисунке 8. Он имеет крепление на ДИН рейку, что обеспечивает его модульность и быструю замену. Технические характеристики представлены в таблице № 6.



Рисунок 8 – Блок питания FARADAY 12W/12V/DIN

Таблица 6 – Технические характеристики блока питания FARADAY
12W/12V/DIN

Название модели		12W/12V/DIN
Выход	Выходная мощность	12 Вт
	Номинальное выходное напряжение	12 В
	Диапазон выходного напряжения	10,8 - 13,2 В
	Номинальный выходной ток	1,0 А
	Шум и пульсации выходного напряжения	≤0,5 %
	Частота преобразования	65 кГц
	Температурный дрейф	≤1 %
	Время установки напряжения	≤1500 мс
Вход	Диапазон входного напряжения	АС 100 - 240 В (85 - 264 В макс); DC ±90 - 380В
	Частота входного тока	47 - 63 Гц
	КПД	≥85 %
	Мощность холостого хода	≤0,1 Вт
	Пусковой ток	40 А макс
Индикация	Зелёный светодиод	горит - норма, мигает - сработала защита
Защита	Максимальная выходная мощность	15 Вт
	Тип защиты	Автоматическая (КЗ, перегрузка, перенапряжение)
Параметры окружающей среды	Рабочая температура	- 25.. + 60 °С
	Температура хранения	- 40..+ 85 °С (влажность 10 - 90 %)
	Влажность, без конденсации влаги	20 - 90 %
Прочее	Время наработки на отказ	150 000 часов
	Размер корпуса, мм	91 x 63 x 19.5
	Крепление на DIN-рейку	Предусмотрено конструкцией корпуса
	Гарантия	2 года
	Вес	65г

Преимущество данного блока питания состоит в том, что он монтируется на DIN-рейку и имеет температурный диапазон эксплуатации от минус 25 до плюс 65 градусов по Цельсию.

2.4. Разработка системы управления

Для управления воротами воспользуемся уже имеющимся в наличии модулем. Из представленных радиореле самым оптимальным и недорогим устройством является реле произведённого в Китайской народной республике типа KR1201A/КТ05. Российские аналоги стоят в несколько раз дороже, но т.к. реле с самой простой логикой, то можно использовать любое аналогичное реле с такими же характеристиками. Если уже есть пульты управления, то можно использовать радио модуль совместимый с используемыми пультами управления. Беспроводной коммутационный модуль (радиореле) Qiachip KR1201A/КТ05 с приёмопередатчиком имеет характеристики, представленные в таблице № 7

Таблица 7 – Технические характеристики модуля Qiachip KR1201A/КТ05

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В	10-14 (постоянного тока)
Потребление, мА	5 ~ 35
Частота радиосигнала, МГц	433.92
Модуляция сигнала	амплитудная
Чувствительность супергетеродинного приёмника, дБм	97дБм
Дистанция РЧ-связи, м	30 ~ 50
Тип реле	электромеханическое
Количество каналов, шт.	1
Количество режимов коммутации (программ), шт.	7
Нагрузочный ток при переменном напряжении (до 250 В), А	5
Состояние контактов реле	NC, NO
Температура эксплуатации, °С	-10 ~+80

Программы для управления радиореле:

- «Моментальный» - нажатие и удержание кнопки на пульте переключает реле в состояние "активный", отпуск кнопки возвращает реле в исходное "пассивное" состояние;

- «Переключение» - нажатие кнопки на пульте переключает реле в активное состояние, повторное нажатие той же кнопки возвращает реле в пассивное состояние;
- «Фиксированный» - нажатие первой кнопки (например, "А") на пульте ДУ переключает реле в активное состояние, нажатие второй кнопки (например, "В") возвращает реле в пассивное состояние;
- «Задержка выключения (по таймеру)» - нажатие кнопки на пульте ДУ переключает реле в активное состояние на 5/10/15/20 секунд, затем реле автоматически возвращается в пассивное состояние;

Сброс ранее выбранной программы производится 8-кратным нажатием кнопки обучения, подтверждаемый 3-разовым миганием светодиодного индикатора.

В технических характеристиках на радиоуправляемый модуль Qiachip KR1201A/КТ05 есть ограничение по температуре эксплуатации с порогами от минус 10 до плюс 80 градусов по Цельсию, что не позволяет использовать модуль в нашей полосе (Центральной России). Изучив радио элементную базу модуля можно сделать вывод, что исполнительным устройством для переключения контактов является реле типа GK3FF 12VDC S A. Релейный модуль GK3FF 12VDC S A предназначен для использования в условиях нормальной комнатной температуры в диапазоне от - 40 °С до +85 градусов по Цельсию.

Не допускается эксплуатация реле в агрессивной среде, под воздействием влаги, пыли, дыма и других загрязнений.

Необходимо обеспечивать достаточное пространство вокруг реле для обеспечения нормальной вентиляции и охлаждения.

Реле должно быть закреплено на плате или в корпусе таким образом, чтобы не происходило перемещение и вибрация, которые могут повлиять на правильную работу реле.

Данное реле в нашем устройстве является управляющим при включении другого импульсного реле BIS-419. Потребление данного реле составляет меньше 5 мА. Ток коммутации минимальный и к перегреву привести не может. Для нормальной работы модуля при отрицательных температурах используем специальный радиотехнический компаунд ПК68 для заливки модуля и протестируем его в условиях отрицательных температур. Модуль GK3FF 12VDC S A представлен на рисунке 9.

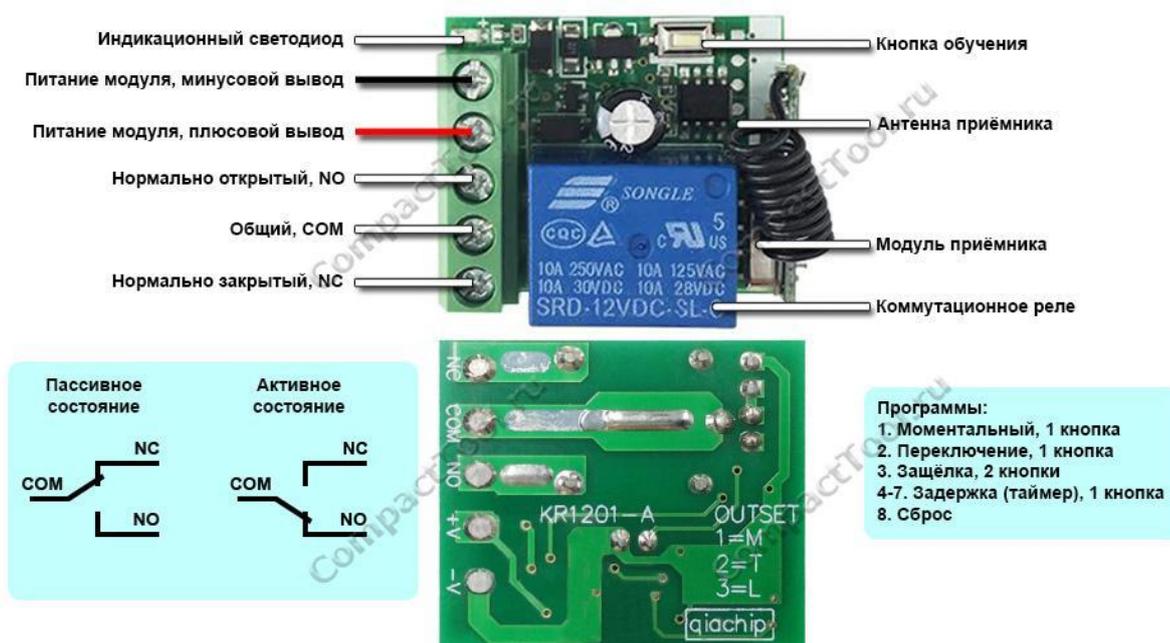


Рисунок 9 – Радио модуль GK3FF 12VDCSA

Реле герметизируем таким образом, чтобы была возможность подключения питания и контактов реле и программированию устройства. Световой индикатор возможно можно будет увидеть в прозрачном герметике. Кнопочный переключатель перед герметизацией закроем термоусадочной трубкой приклеив её к кнопке быстросохнущем клеем. Полость заполним ватой для непопадания компаунда во внутрь. Перед заливкой запрограммируем модуль программой – «Моментальный» (при удержании кнопки реле «замкнуто», при отпускании – «разомкнуто»).

Картинка с термоусадочной трубкой на кнопке управления радио модуля показана на рисунке 10.

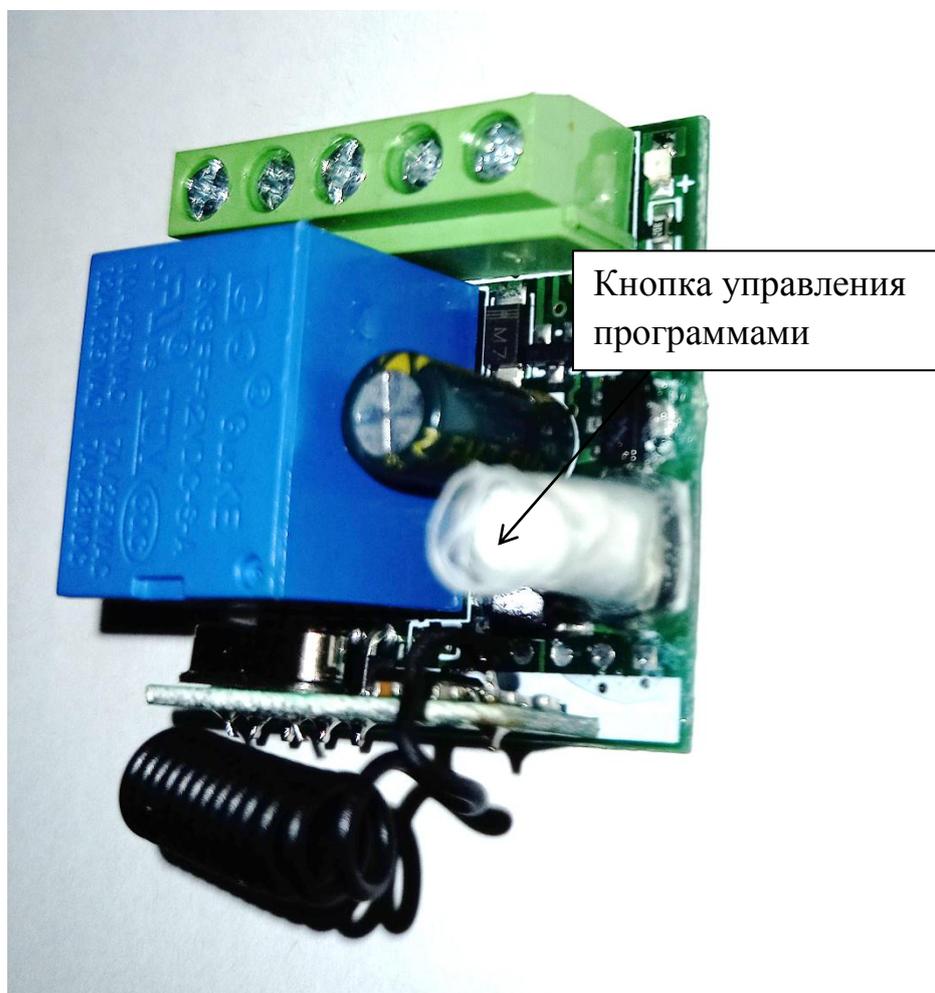


Рисунок 10 – Радио модуль с термоусадочной трубкой на кнопке управления.

Для герметизации и заливки радио модуля сделаем из прозрачной плёнки корпус таким образом, чтобы контакты для подключений оставались открытыми. Картинка с корпусом, представлен на рисунке 11.

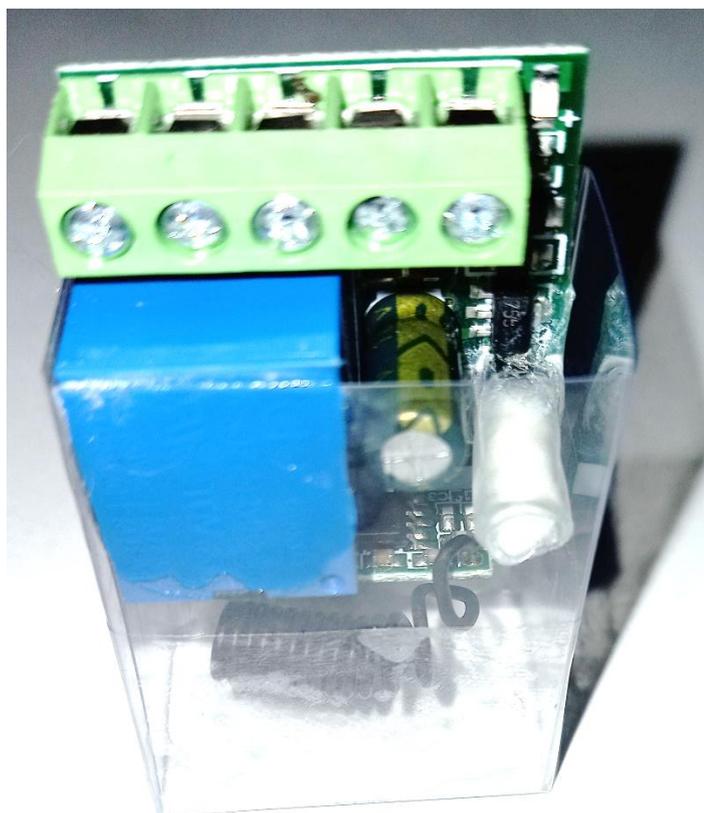


Рисунок 11 – Радио модуль с прозрачным корпусом
для заливки компаундом.

Для заливки модуля будем использовать компаунд силиконовый, прозрачный ПК-68 (двухкомпонентный) предназначен для герметизации электро и радиоприборов, работающих в среде воздуха в условиях вибрации, повышенной влажности в температурном интервале минус 60, до плюс 250 градусов по Цельсию. Двухкомпонентный компаунд представляет собой пастообразный материал, обладающий способностью при смешивании с катализатором вулканизоваться при температуре окружающей среды. Силиконовый двухкомпонентный компаунд получен на основе низкомолекулярного диметилсилоксанового каучука.

Технические характеристики:

- отверждение герметика происходит за 24 часа (при температуре плюс 22 градуса по Цельсию);

- рабочий температурный диапазон: от минус 60, до плюс 250 градуса по Цельсию;
- не токсичен.

Произведём заливку радио модуля. Картинка с залитым модулем представлена на рисунке 12.

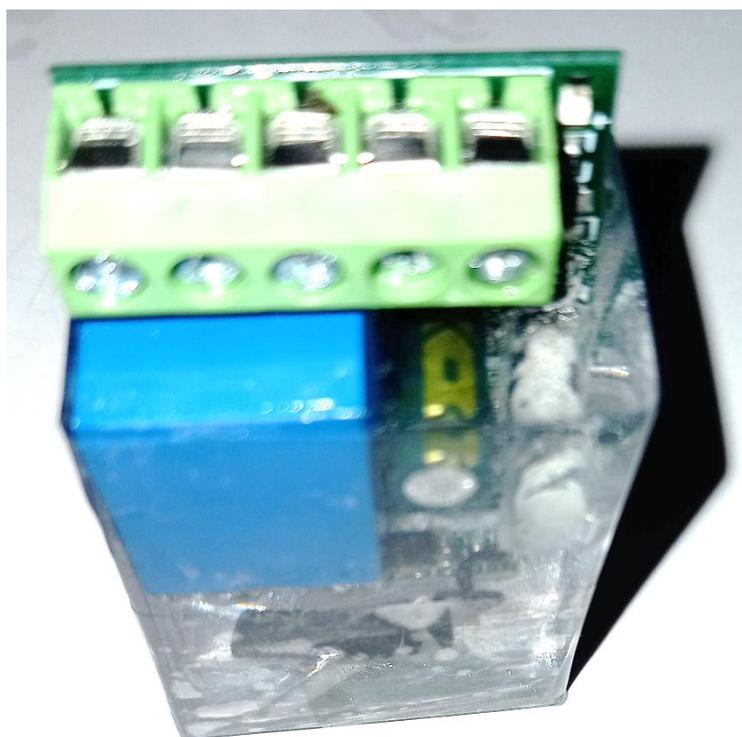


Рисунок 12 – Радио модуль GK3FF 12VDCSA залитый компаундом ПК-68

Для анализа работы устройства при отрицательных температурах протестируем его в холодильной камере при температуре минус 26 градусов по Цельсию в составе контроллера (см. глава 5).

2.5. Разработка силовой части схемы

Силовая часть контроллера включает в себя реле ограничения по току на 220 В с активной нагрузкой не более 16 А.

Реле тока PR-617 (рисунок 13) предназначено для защиты одно и трехфазных электродвигателей от перегрузки по току при электрических и технологических перегрузках (увеличение тока при понижении или повышении напряжения питания, заклинивании ротора, увеличении нагрузки на валу и т. п.). В зимнее время привод ворот часто замерзает, ворота заносит снегом. В результате их может заклинить и двигатель не будет вращаться, потребляя ток короткого замыкания на роторе.

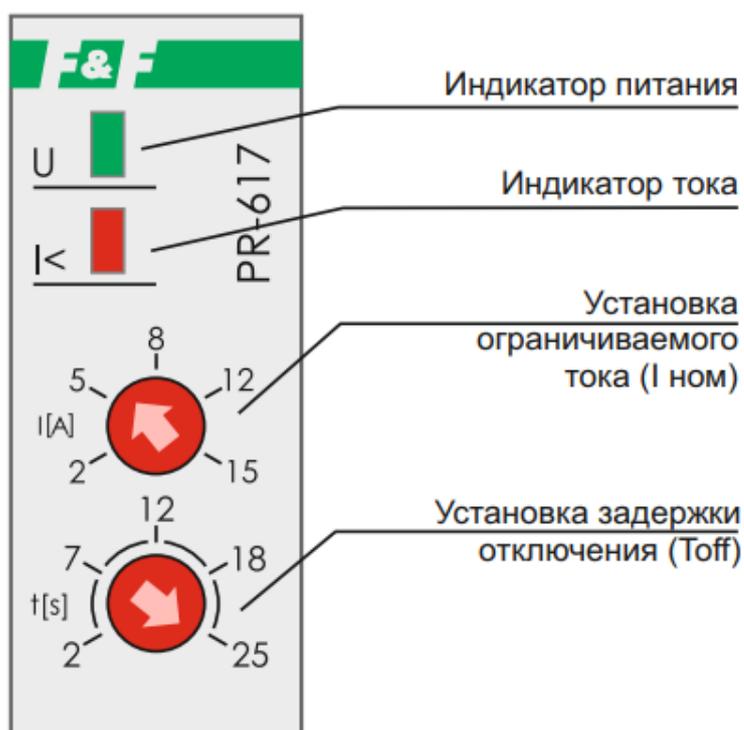


Рисунок 13 – Реле тока PR-617

Принцип работы реле. Если ток электродвигателя не превышает номинальный (устанавливается потенциометром на передней панели), контакты 11-12 замкнуты и на катушку контактора подано напряжение. При увеличении тока сверх номинального, контакты 11-12 размыкаются

и двигатель отключается. Отключение происходит с задержкой времени T_{off} , зависящей от тока при перегрузке (токовременная характеристика). Изменение T_{off} производится потенциометром на лицевой панели в пределах 2-25 секунд (значение шкалы соответствует времени отключения при двукратной перегрузке). Зависимость времени отключения двигателя от нагрузки представлена в таблице № 8.

Таблица 8 – Зависимость времени отключения двигателя от нагрузки.

Отношение тока, потребляемого двигателем ($I_{дв}$) к номинальному значению ($I_{ном}$), $I_{дв} / I_{ном}$	Время задержки отключения при перегрузке, T_{off}
1,2	5 мин.
1,5	2 мин.
2,0	12 с
2,5	7,5 с
3,0	5 с
3,5	4 с
4,0	3 с
4,5	2,5 с
5,0	1,8 с
5,5	1,5 с
6,0	1,3 с

Технические характеристики реле тока PR-617 представлены в таблице № 9

Таблица 9 – Технические характеристики реле тока PR-617

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В / Гц	230 AC / 50
Максимальный ток контакторов, А	16 AC-1
Макс. ток катушки контактора, А	3 AC-15
Контакт	1NO/NC
Диапазон регулировки тока отключения, А	2-15
Погрешность измерения тока, %	10
Время задержки, с - повторного включения T_{on} - отключения при перегрузке T_{off} - включения защиты при пуске двигателя	10 таблица 8 5
Время охлаждения, с	40-600
Диаметр сквозного отверстия, мм	5
Диапазон рабочих температур, °С	-25 ... +50
Степень защиты	IP20
Коммутационная износостойкость	$>10^5$ циклов
Потребляемая мощность, Вт	0,8
Подключение винтовые зажимы, мм	2,5
Момент затяжки винтового соединения, Нм	0,4
Габариты, мм	18x90x65
Тип корпуса	1S
Монтаж на DIN-рейке, мм	35

Схема подключения двигателя к реле тока представлена на рисунке 14.

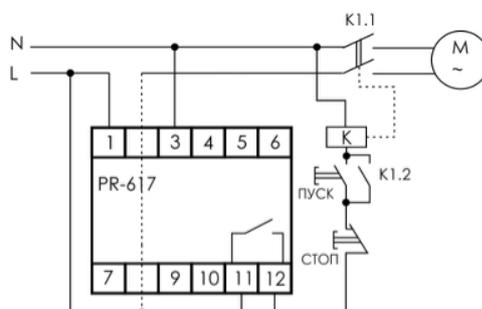


Рисунок 14 – Схема подключения двигателя к реле тока PR-617

Реле имеет внутренний проходной канал для бесконтактного снятия тока нагрузки с подключаемого фазного провода, обозначенного пунктирной линией. Кнопкой пуска двигателя будет являться импульсное реле BIS-419.

Для предотвращения ложного срабатывания автоматического выключателя при запуске электродвигателя необходимо, чтобы кратковременный пусковой ток ($I_{\text{пуск}}$) не превышал значение отсечки (мгновенного срабатывания, $I_{\text{мгн.ср}}$) автомата. Отношение пускового ($I_{\text{пуск}}$) и номинального тока (I_n) имеет максимальное значение

$$I_{\text{пуск}} : I_n = 7$$

Двигатель ASL2000 мощностью 1 кВт, $\eta = 85\% = 0,85$

η – коэффициент полезного действия двигателя.

$\cos \varphi = 0,8$ (коэффициент мощности двигателя).

$$I_n = P_n \div (U_n \sqrt{\eta} \times \cos \varphi)$$

$$I_n = 1000 \div (220 \sqrt{0,85} \times 0,8) = 5,98(\text{А}).$$

P_n – номинальная мощность.

U_n – напряжение сети.

Автоматический выключатель выбираем на 6А категории «С», (ток мгновенного срабатывания в десять раз превышает номинальное значение).

Наиболее подходящий автомат IEK 1п С/ 6А ВА 47-29.

Перечень оборудования и материалов представлен на рисунке 16.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Блок питания Faraday 12В, 1А	1	
A2	Реле токовое PR-617	1	
A3	Радиопульт Apollo Mini	1	
A4	Радиореле KR1201A	1	
A5	Реле импульсное BIS-419	1	
A6, A7	Реле электромагнитное РК-1Р-12	2	
A8	Фотодатчик TIC 1-15	1	
X1.1-1.8	Клеммная винтовая колодка KB- 4 1,5-4мм	1	
KT1	Кнопка тактовая SMD 6 x 6 x 3.1 (штук 2.5 мм) 4с	1	
KT2	Тумблер 250/6 П2Т-17 3-х позиционный без фиксации	1	
G1	Батарея VARTA LR23/A23/MN21 BL1 Alkaline 12V	1	
QF1	Концевой выключатель ASL.030	1	
C1	Конденсатор 35мкФ ASL.027/500	1	

Рисунок 16 – Перечень оборудования и материалов

Для сборки контроллера нам потребуется пластина из текстолита для крепления «ДИН» рейки на которую разместим все устройства. Пластина не должна выступать за крышку штатной автоматики. Размеры пластины 165x90 мм. не выходящие за пределы штатного крепления контроллера MCSL-1.1 рисунок 17. На пластину закрепим «ДИН» рейку, длиной 165 мм.



Рисунок 17 – Штатное крепление контроллера MCL

Для правильного подключения двигателя воспользуемся его схемой подключения представленной на рисунке 18.

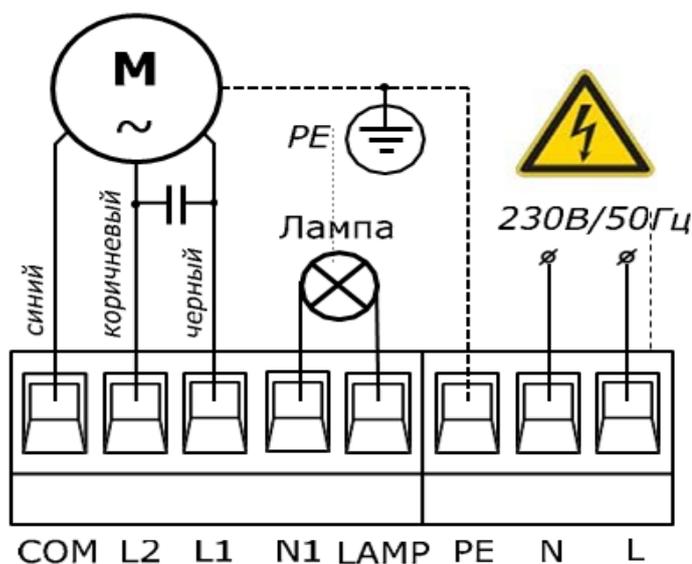


Рисунок 18 – Схема подключения двигателя

Двигатель подключен тремя проводами: Нулевым и фазовыми через конденсатор. В зависимости от направления вращения фазовый провод подключается к контакту L1 или L2.

Радио модуль не имеющий площадки под крепление разместим на основании от старого автомата питания стяжками Рисунок 19.



Рисунок 19 – Радио модуль откатных ворот

Разместим реле на ДИН рейке, дополнительно для коммутации установим дополнительные контакты типа «VAGA».

Выведем на отдельную коммутационную площадку контакты для подключения концевых переключателей, кнопки открытия ворот, контактов концевых переключателей и двигателя. Конструктивная схема представлена на рисунке 20.

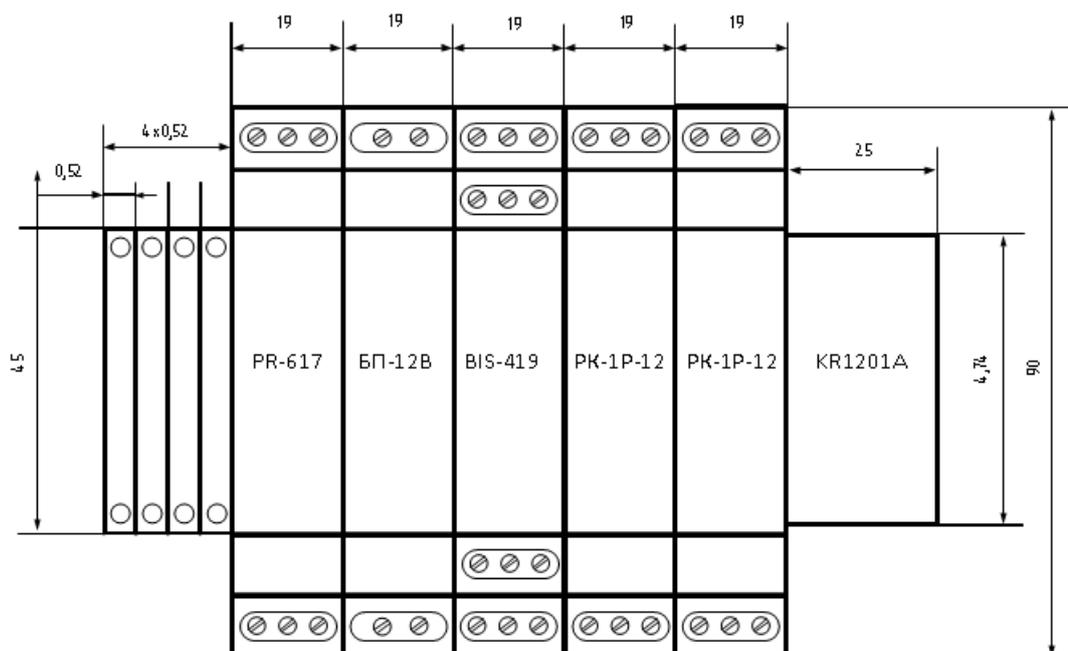


Рисунок 20 – Конструктивная схема контроллера

Соберём все релейные модули в единое целое. Внешний вид смонтированного оборудования представлен на рисунке 21.

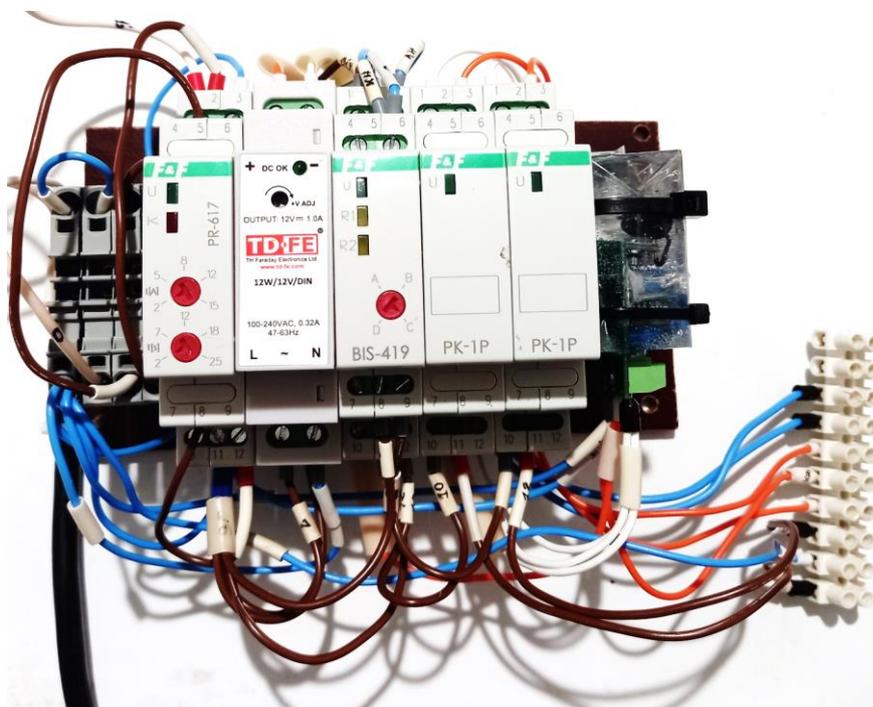


Рисунок 21 – Контроллер откатных ворот

Для анализа работы контроллера подключим к его выходным клеммам нагрузку в виде фена с током порядка 10 А и протестируем устройство в различных режимах. В процессе испытаний выяснили, что с помощью радио реле и замыкания контактов выходы кнопки все реле работают в штатном режиме.

Во второй главе составили принципиальную схему контроллера. Применили не стандартные решения по увеличению температурного диапазона радио модуля. Составили конструктивную схему. Собрали макет платы контроллера и проверили его под нагрузкой.

Движение ворот осуществлялось в штатном режиме. Расстояние до действия пульта управления было около 30 метров. При замыкании контактов для подключения кнопки управления ворота отработывали как и при нажатии пульта. В момент движения ворот осуществлялось ручное блокирование с возникновением тока короткого замыкания ротора до 12 А. После блокирования на 10 - 15 секунд ворота продолжали движение в заданном направлении т.к. вся автоматика предназначена на токи до 16 А.

3. Логика работы контроллера выдвижных ворот

При поступлении радиосигнала с радиопульта, стационарной кнопки или кодовой панели, на вход импульсного реле приходит кратковременный управляющий импульс (нулевой провод подаётся на управляющий вход реле BIS-419), посредством которого реле замыкает свои контакты и пропускает фазовый потенциал 220 В на электромагнитное реле. Электромагнитное реле при отсутствии блокирующих сигналов с концевых выключателей и фотодатчика, коммутирует через нормально замкнутые контакты фазовый потенциал на нагрузку (двигатель). Двигатель начинает вращение (открывание или закрывание ворот). При конечном открытии или закрытии ворот нажимная планка переключает концевой выключатель в результате управляющий сигнал 12 В поступает на управляющие контакты реле РК-1Р-12, реле отключает двигатель от питания 220 В. Пока концевой переключатель находится во включенном состоянии, ворота будут находиться в конечном положении. При подаче сигнала с кнопки или пульта на реле BIS-419 переключаются контакты и на двигатель поступит напряжение по другому плечу (реле РК-1Р-12). При отсутствии сигнала с концевого переключателя или фотодатчика ворота начнут движение в обратную сторону.

Импульсное реле BIS-419, имеет не совсем нужную нам логику, режим «С» предполагает включение сначала одной нагрузки R1, а следом второй нагрузки R2 (отключение R1), а потом выключение нагрузки R2, поэтому ворота, если они не дошли до крайнего положения, а мы нажали на пульт, они не останавливаются, а двигаются сразу в противоположную сторону. На практике большой проблемы нет т.к. следующее нажатие останавливает ворота. В идеале реле должно включать первую нагрузку (движение на открывание), потом «Стоп», а потом движение на закрывание. Для поиска реле был направлен запрос в Курский электроаппаратный завод (КЭАЗ). У Российского разработчика

и производителя электротехнических решений такого реле не оказалось. Был сформирован вопрос о возможности приобретения реле с нужными характеристиками. Ответ технической поддержки КЭАЗ: «Здравствуйте, Юрий Александрович!

На Ваше обращение № 446159 получен ответ от специалиста службы технической поддержки КЭАЗ»

Текст сообщения: «Добрый день!

К сожалению, в нашем ассортименте отсутствует решение с таким функционалом. Скорее всего, вам нужно шаговое (импульсное) реле, но у наших импульсных реле логика работы отличается (нет промежуточных состояний), во вложении диаграмма работы для Реле импульсное OptiRel D IMR-240U-1 16A 1CO 12-230AC/DC 332021.

С уважением, Голубничий Кирилл Михайлович»

При заклинивании ворот и увеличении нагрузки с 4 А до 12 А то есть примерно в 3 раза, произойдёт отключение двигателя через 7,5 секунды.

Контакты питания ворот двигателя при их закрывании можно использовать под «Тревожную лампу». При закрывании ворот лампа будет во включенном состоянии.

Наглядное описание работы контроллера представлено на временной диаграмме рисунок 22.

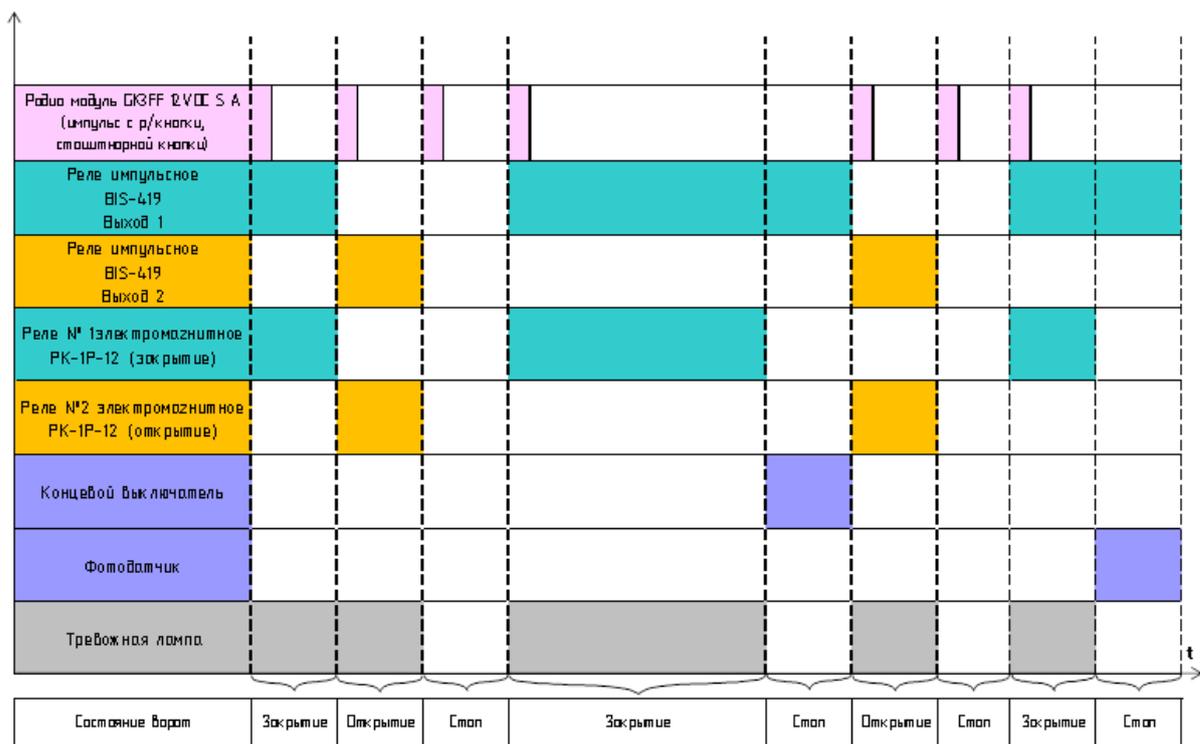


Рисунок 22 – Временная диаграмма работы контроллера

В третьей главе мы описали работу устройства, привели схему подключений и временные диаграммы контроллера. Описали логику работы релейных устройств. Составили принципиальную схему устройства.

4. Ремонт контроллера

Для поиска неисправностей в контроллере составим последовательность проводимых действий для каждого отдельного устройства.

1. Проверку питающих напряжений можно осуществить с помощью встроенных индикаторов. При подключенном устройстве индикатор на блоке питания «FARADAY 12W/12V» и токовом реле «PR-617», реле «PK-1P-12» будут гореть зелёным светом, что может свидетельствовать об их нормальной работе и наличии питания 220 В и 12 В.

2. При отсутствии питания следует проверить входное напряжение с распределительной сети (включение автоматов на контроллер ворот).

3. В случаи отсутствия индикации на устройствах «BIS-419», «PR-617», «PK-1P-12» следует действовать согласно алгоритму представленных на рисунках 23-25.

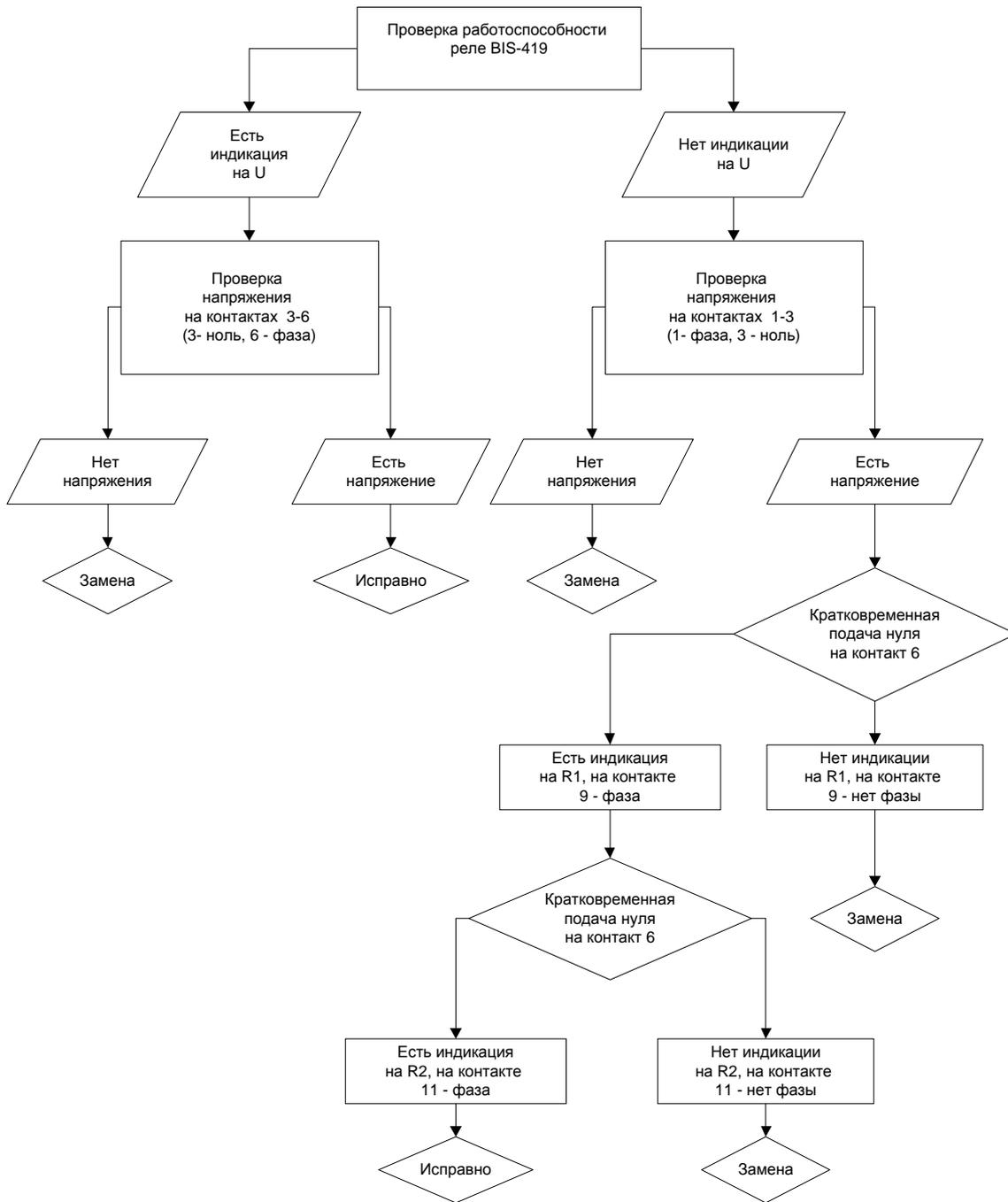


Рисунок 23 – Алгоритм проверки BIS-419

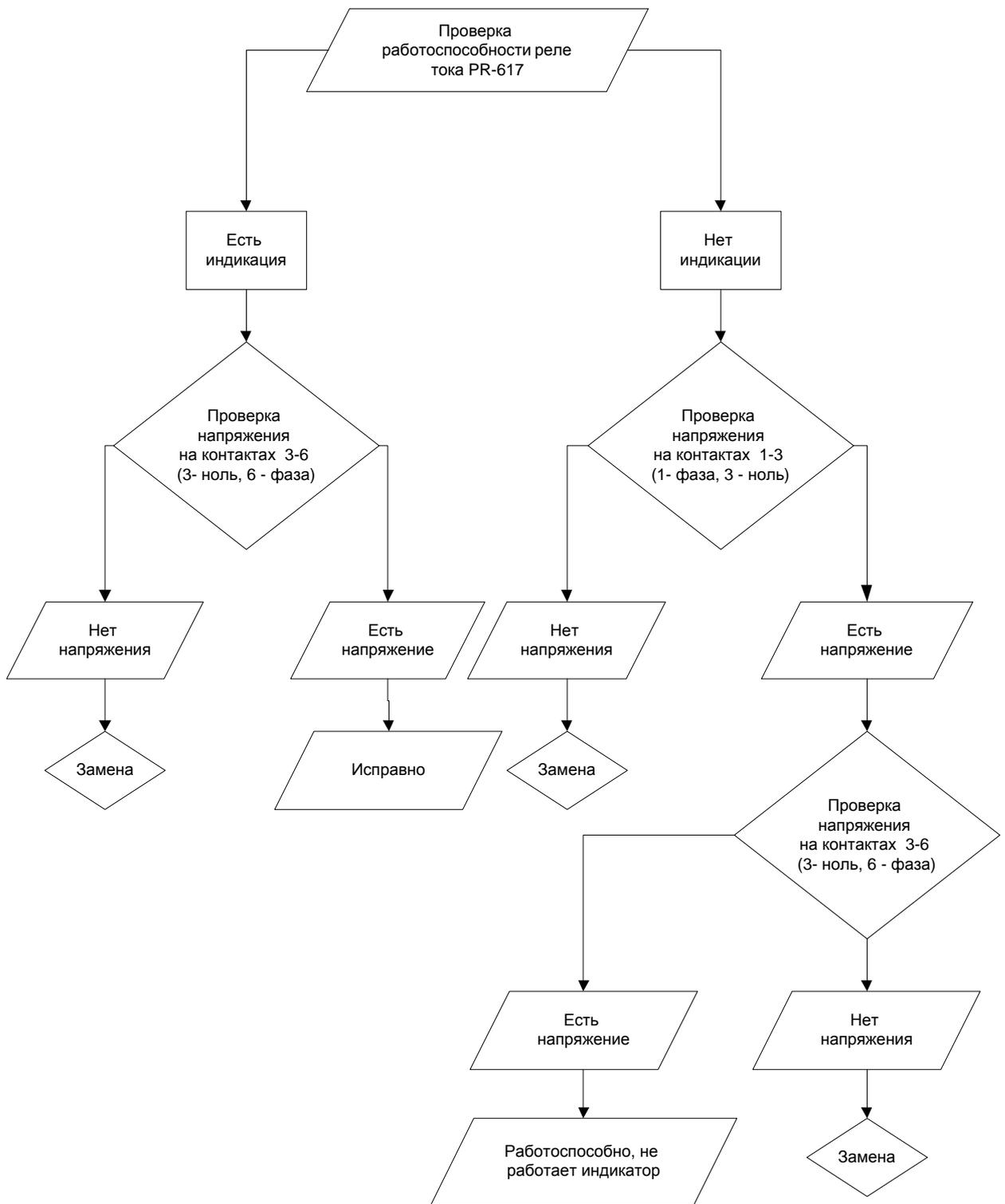


Рисунок 24 – Алгоритм проверки PR-617

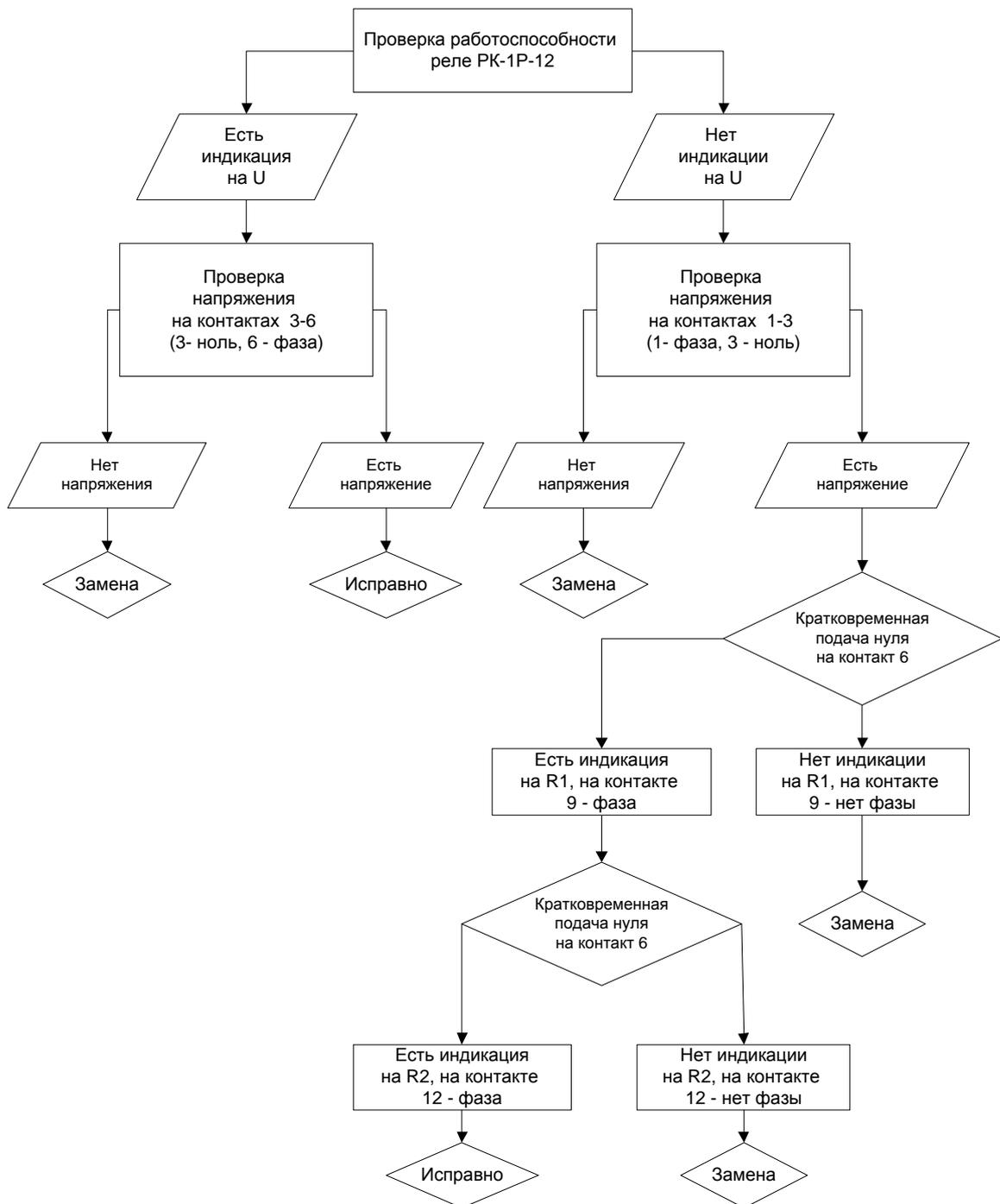


Рисунок 25 – Алгоритм проверки РК-1Р

В четвёртой главе мы рассмотрели алгоритмы работы поиска неисправностей в основных устройствах контроллера. Основной неисправностью является отсутствие входного напряжения и в неисправностях контактных соединений.

5. Тестирование контроллера в холодильной камере.

Для проверки контроллера поместим его в холодильную камеру на 24 часа, при температуре минус 26 градусов по Цельсию. В качестве нагрузки будем использовать лампу накаливания 75 Ватт рисунок 26.

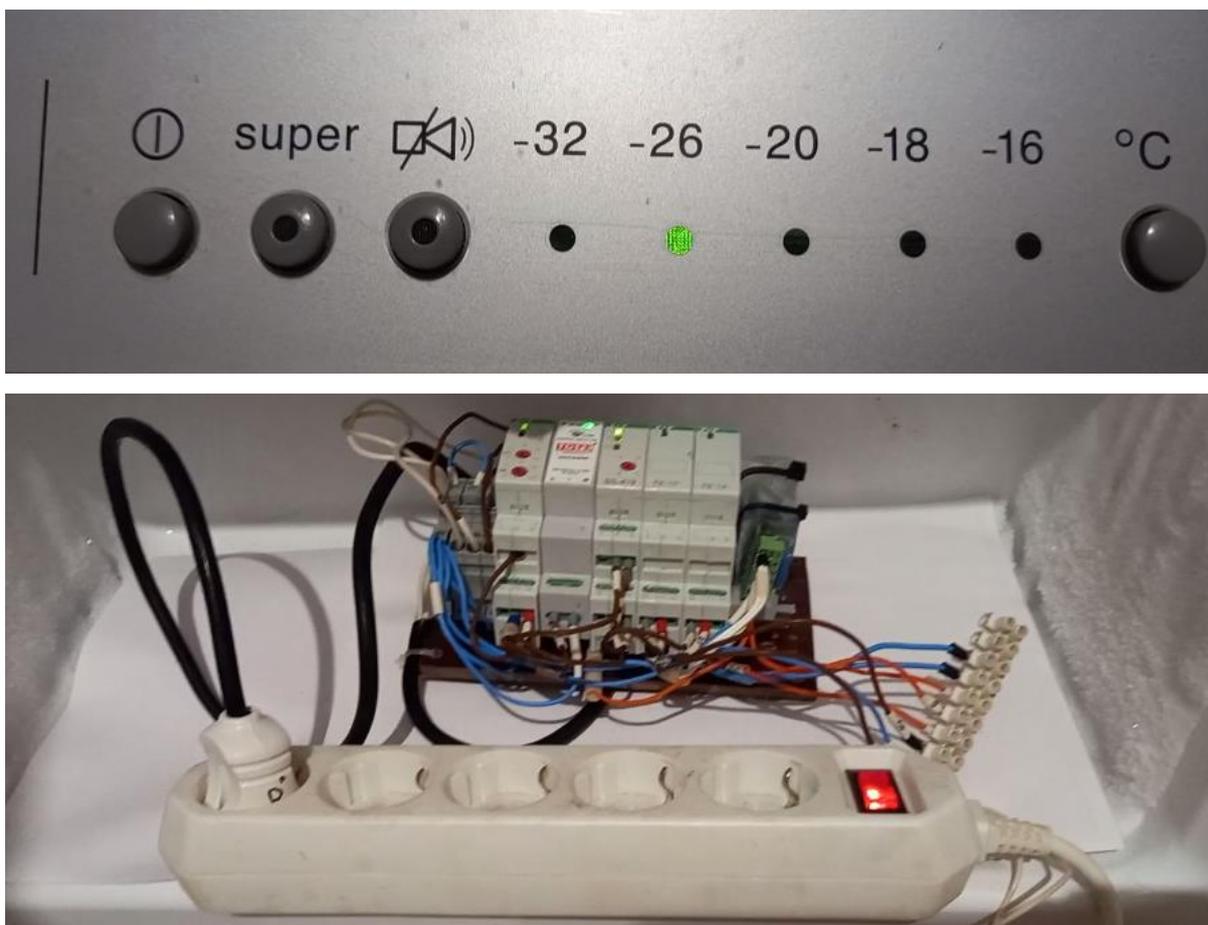


Рисунок 26 – Тестирование контроллера в холодильной камере

Принципиальная схема подключения контроллера представлена на рисунке 27.

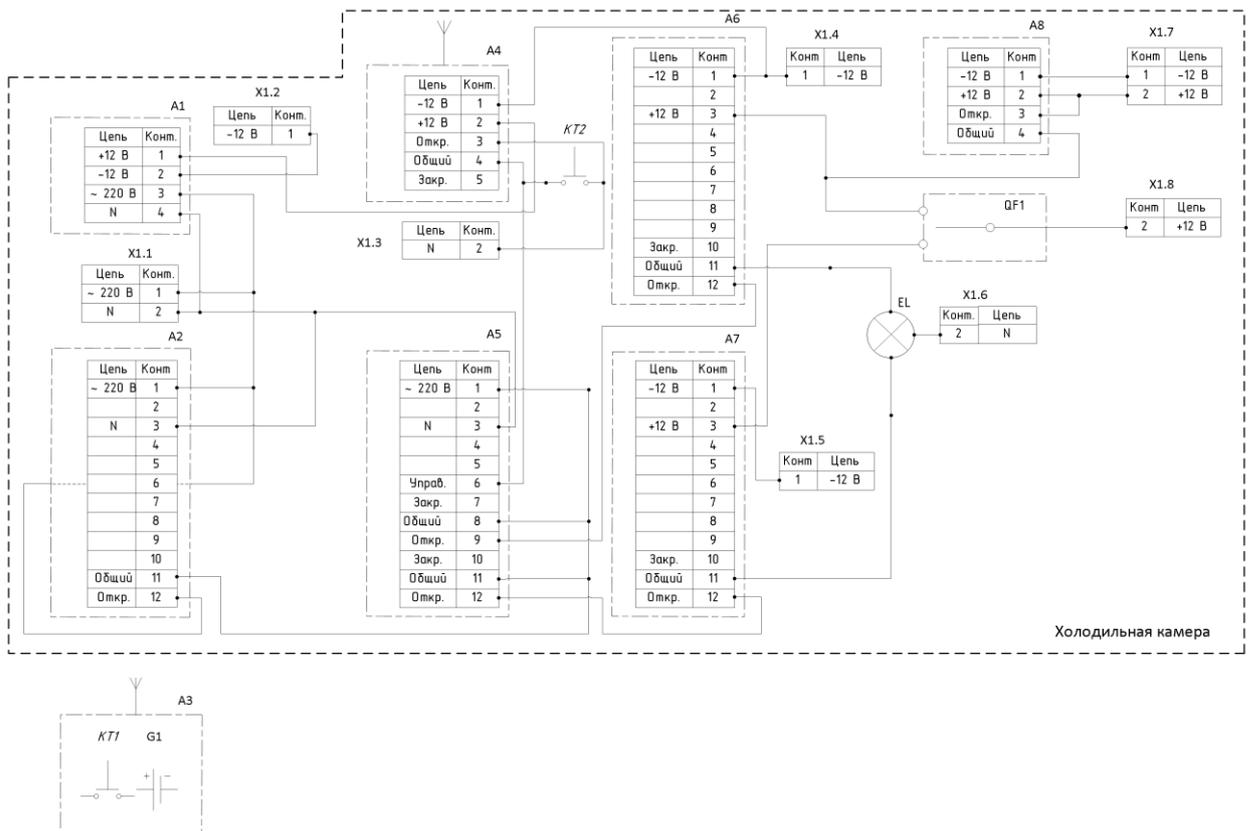


Рисунок 27 – Схема подключения контроллера в холодильной камере

Произведём 100 нажатий на пульт управления.

По результатам тестирования ни одного сбоя в подключении нагрузки не произошло. На устройствах наблюдался небольшой конденсат от разности температур, но на работу это не повлияло. Дальнейшие выводы можно сделать после опытной эксплуатации. Устройство прошло испытание в холодильной камере.

Заключение

В ходе выполнения работы были изучены основные типы контроллеров выдвижных ворот и шлагбаумов. Проанализированы основные технические характеристики, характер и специфику работы и настройки контроллеров, условия эксплуатации. Рассмотрены принципиальные схемы контроллеров брендов фирм: «Came, DoorHan, Nice, AN Motors», подключение к ним датчиков сигнализации и защиты, двигателя, радио модуля, устройств управления. Для составления функциональной схемы контроллера произвели поиск релейных импульсных устройств, радио модуля, блока питания, реле токовой защиты с возможностью сохранения основных технических возможностей контроллера.

В результате исследования рынка предоставляемого оборудования собрали и протестировали контроллер в реальных условиях, в том числе и при отрицательной температуре. Получили положительные результаты по замене существующих дорогих контроллеров на более дешёвые аналоги. Спроектированный контроллер имеет лучшую ремонтпригодность за счёт своей модульности, не требует сложного программирования и настройки, все настройки заключаются в программировании пульта управления путём простых понятных действий доступных даже человеку без специальных знаний в электротехнике. Всё устройства доступны в электронном магазине «OZON», с временем доставки до нескольких дней. Производство всего оборудования кроме данного радио модуля осуществляется в России и странах СНГ. Радио модуль можно подобрать отечественный.

В тоже время, при тестировании устройства пришлось столкнуться с рядом проблем. Концевой выключатель на контроллере MCSL-1.1 выполняющий функции остановки ворот в крайних положениях работал не на замыкание, а на размыкание контактов, поэтому при первичном подключении ворота никуда не поехали, т.к. управляющий сигнал

с концевого датчика подавал постоянный сигнал 12 В на выключение реле. Пришлось подсоединять провода на другие контакты концевого переключателя (в заводской версии они были не задействованы).

При монтаже контроллера на место под заводской контроллер MCSL-1.1 пришлось подрезать основание крепления монтажной платы (пластмассовую площадку сверху двигателя), так как крышка из-за габаритов автоматов не закрывалась, крепление площадки пришлось подпиливать на 10 мм (запас в данной площадке был).

При проверке токовой защиты реле тока PR-617 не получилось добиться отключения устройства, хотя значения были выставлены минимальные и по расчётным данным, отключение должно было произойти через 7,5 секунды. Причину найти не удалось, при подключении нагрузки в 25 А место 12 А реле выключало нагрузку через расчётное время. Возможно, реле неисправно и на малых токах работало неправильно, но т.к. стоимость его самая большая из всего набора устройств, покупку нового с меньшим током отсечки пришлось отложить. Я бы рекомендовал покупать реле с максимальным током нагрузки до 6 А, так как ток потребления около 4 А. Хотя двигатель имеет внутреннюю защиту, но на практике, при блокировании ворот двигатель сильно перегревался, поэтому эксперименты по блокированию двигателя пришлось прервать.

Радио реле, из-за температурного ограничения работы, пришлось заливать герметичным компаундом, что усложняет устройство, поэтому рекомендуется искать устройства с температурой эксплуатации от минус 30 до плюс 50 градусов по Цельсию. На рынке такие устройства были, но т.к. данное реле у меня было в наличии, пришлось его доработать и использовать. Заводских реле на «ДИН» рейку практически нет в продаже, приходилось искать не стандартные решения.

Цели работы считаю достигнутыми. Данное техническое решение является новым (в интернете аналогичных решений найти не удалось),

работоспособным и экономически целесообразным. Рынок импульсных реле постоянно расширяется, открывая новые возможности в использовании их в системах автоматики. Простота настройки и ремонта позволяют использовать данный контроллер для установки и замены штатных контроллеров, особенно в частных хозяйствах, не требующих многофункциональных настроек. Устройство имеет модульное построение, что очень удобно в случае ремонта. Стоимость собранного контроллера без реле токовой защиты (двигатель имеет внутреннюю защиту) составляет примерно 5 тысяч рублей. Стоимость контроллера по состоянию на май 2025 года около 9 тысяч рублей. Экономическая выгода и простота конструкции обеспечивает спрос и дальнейшие разработки в этом направлении.

Список используемой литературы

1. Автоматика для откатных ворот An-Motors [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dom.by/sellers/avtomatikadlya-vorot/anmotors/asl2000kit> (дата обращения: 01.03.2025).
2. АБ Профи: статья [Электронный ресурс]. URL: <https://ab-profi.ru/article/vidy-otkatnyh-vorot/> (дата обращения: 1.03.2025).
3. Алимов А. И., Горемыкин Б. В. Откатные ворота для больших проемов. - 1993.
4. Анисимов Н.В. Микропроцессоры и микропроцессорные системы. Справочник - 7-е издание, переработанное г. Киев: Техника, - 1998.
5. Арон И. В., Смирнов С. П., Черняк М. Д. Устройство для перемещения откатных ворот. - 1987.
6. Веретенников В. П. Откатные ворота. - 1991.
7. Глебочкин В. И., Погорелов В. И. Откатные ворота. - 1985.
8. Группа компаний АЛТЕКС: статья [Электронный ресурс]. URL: <https://alutech.ru/informaciya/vybiraem-idealnye-otkatnye-vorota/> (дата обращения: 12.03.2025).
9. Долженков С. Ю. Безошибочный выбор в пользу эстетики. Алгоритм безопасности. - 2016. - №. 3. - С. 48-49.
10. Ковалев В. Г. и др. Ворота. - 2006.
11. Кодоров А. А. и др. Противотаранные откатные ворота. - 2019.
12. Компания Евро комфорт: статья [Электронный ресурс]. URL: <https://evro-comfort.ru/article/otkatnye-vorota-svoimi-rukami-skhema-etapy-i-instruktsii> (дата обращения: 15.03.2025).
13. Методика расчета откатных ворот ООО «РОЛТЭК» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rolls.ru/technical/rekomendatsii/> (дата обращения 11.08.2021).
14. Особенности проектирования и расчёта откатных ворот промышленных зданий и сооружений. Журнал: Строительство

и архитектура Том 9 № 3, - 2021.

15. Привод для откатных ворот ROTEО RTO-500 [Электронный ресурс]. URL: <https://alutech.by/avtomatika/dlyaotkatnyh-vorot/privod-dlya-otkatnykh-vorot-roteo-rto-500> (дата обращения: 01.03.2025).

16. Радченко М. В., Савинов В. И., Черемисин П. С. Современные конструкции автоматизированных ворот жилищного и промышленного назначения. Ползуновский альманах. - 2004. - №. 3. - С. 33-36.

17. Ращупкина С. Заборы, ограды, калитки и ворота на дачном участке. Litres, - 2020.

18. Техническая документация на электронные компоненты [Электронный ресурс]. URL: <http://www.alldatasheet.com> (дата обращения: 12.03.2025).

19. Технические характеристики на электронные компоненты [Электронный ресурс]. URL: <https://www.chipdip.by/> (дата обращения: 25.03.2025).

20. Щенников Д. И. Откатные ворота. - 2014.

21. Gate Automation Company URL: <https://gateautomation.co.in/sliding-gate-motor/> (дата обращения 1.04.2025).

22. LincCare Company URL: <https://www.linkcare.net/linkcare-gate-automation-blog/benefits-automated-gates> (дата обращения 25.03.2025).

23. Nice Company URL: <https://www.niceforyou.com/en/solutions/automation-for-sliding-gates> (дата обращения 25.03.2025).

24. Olidle chinen tech Company URL: <https://www.olideautodoor.com/automatic-sliding-metal-gate/> (дата обращения 30.03.2025).

25. VDS Automazioni URL: <https://www.vdsautomation.com/en/automatic-sliding-gates-prices/> (дата обращения 18.03.2025).